

预康复在合并慢性阻塞性肺疾病肺癌手术患者中的研究进展

黄权伟, 蒋迎九*

重庆医科大学附属第一医院, 重庆

收稿日期: 2025年10月4日; 录用日期: 2025年10月28日; 发布日期: 2025年11月5日

摘要

慢性阻塞性肺疾病(COPD)患者合并肺癌时, 因肺功能受损、慢性炎症和代谢异常, 手术风险显著增加, 影响患者的围手术期管理和预后。预康复作为一种围手术期功能优化策略, 近年来在该领域得到广泛关注。本文系统综述了近年来预康复在合并COPD肺癌手术患者中的研究进展, 重点分析了精准化预康复干预、多学科团队协作模式、新型数字化技术赋能、与新辅助治疗的联合应用及基于生物标志物的风险预测等前沿方向。通过整合个体化功能评估与针对性干预措施, 结合新技术和跨专业协作, 实现围手术期患者功能状态的优化和术后并发症的降低。本文旨在为临床实践提供科学依据, 推动预康复策略的标准化和精准化, 促进合并COPD肺癌患者手术安全性和生活质量的提升。

关键词

预康复, 慢性阻塞性肺疾病, 肺癌, 手术, 多学科, 精准医疗, 新辅助治疗, 生物标志物

Research Advances in Prehabilitation for Surgical Lung Cancer Patients with Comorbid Chronic Obstructive Pulmonary Disease

Quanwei Huang, Yingjiu Jiang*

The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

Received: October 4, 2025; accepted: October 28, 2025; published: November 5, 2025

*通讯作者。

文章引用: 黄权伟, 蒋迎九. 预康复在合并慢性阻塞性肺疾病肺癌手术患者中的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(11): 544-552. DOI: 10.12677/acm.2025.15113129

Abstract

Patients with concurrent chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and lung cancer face significantly increased surgical risks due to impaired pulmonary function, chronic inflammation, and metabolic abnormalities, which adversely affect perioperative management and prognosis. Prehabilitation, as a strategy for optimizing perioperative functional capacity, has gained considerable attention in this field in recent years. This article systematically reviews recent advances in prehabilitation for surgical lung cancer patients with comorbid COPD, focusing on cutting-edge approaches such as precise prehabilitation interventions, multidisciplinary team collaboration models, empowerment through novel digital technologies, integration with neoadjuvant therapy, and biomarker-based risk prediction. By combining individualized functional assessment with targeted interventions, along with new technologies and cross-disciplinary collaboration, prehabilitation aims to optimize perioperative functional status and reduce postoperative complications. This review aims to provide a scientific basis for clinical practice, promote the standardization and precision of prehabilitation strategies, and ultimately enhance surgical safety and quality of life for lung cancer patients with COPD.

Keywords

Prehabilitation, Chronic Obstructive Pulmonary Disease, Lung Cancer, Surgery, Multidisciplinary, Precision Medicine, Neoadjuvant Therapy, Biomarkers

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

合并慢性阻塞性肺疾病(COPD)的肺癌患者在接受肺癌手术时面临着显著的术后风险和并发症。大量研究显示, COPD 患者因肺功能储备不足以及伴随的系统性炎症状态, 术后并发症的发生率明显高于无 COPD 患者。一项涵盖 2002 年至 2012 年间 1456 例肺癌手术患者的回顾性分析发现, COPD 患者的术后并发症率明显升高, 尤其是肺炎(7.0%对 3.7%)和持续气漏(17.0%对 8.2%), 且 COPD 的严重程度(GOLD 分级)对住院死亡率有影响, 但整体长期生存率未受明显影响[1]。此外, COPD 的存在不仅增加了肺癌手术患者的围手术期风险, 还显著影响了术后肺功能的恢复。例如, 在非小细胞肺癌(NSCLC)患者中, 围手术期合理使用支气管舒张剂可有效减缓手术后第一秒用力呼气容积(FEV1)的下降, 提示积极诊断和治疗 COPD 对于肺癌手术患者具有保护肺功能的重要作用[2]。

进一步的临床证据显示, COPD 的严重程度与术后并发症密切相关。特别是在中重度至极重度 COPD 患者中, 术后呼吸系统并发症的发生率显著增加, 如肺不张等常见并发症, 其发生与 COPD 分级及手术方式(如肺叶切除或亚肺叶切除)均有独立相关性[3]。此外, COPD 患者常伴有呼吸肌肉功能减弱和肌少症, 这些因素也是术后肺部并发症的重要危险因素。一项病例报告指出, 针对具有呼吸肌肉无力的肺癌合并 COPD 患者, 预先进行吸气肌训练(IMT)有助于提高呼吸肌功能和肺功能, 降低术后肺部并发症风险[4]。这些发现强调了肺功能评估及呼吸肌训练在 COPD 肺癌患者围手术期管理中的重要性。

术前全面评估患者的骨骼肌功能和运动耐力, 如股四头肌力量和爬楼梯测试, 也被证实能够有效预测 COPD 合并肺癌患者术后心肺并发症的风险。相关前瞻性研究显示, 这些功能性指标与术后心肺并发

症的发生密切相关, 且结合肺功能参数如 FEV1 和弥散能力(DLCO%)能够更准确地进行风险评估[5]。术后常见的并发症如气漏、肺不张及心律失常等, 其发生与患者的年龄、体重指数(BMI)、COPD 合并情况及手术时间等多个因素相关[6]。针对这一高风险人群, 合理的围手术期干预尤为关键。

近年来, 预康复作为一种围手术期的综合干预策略, 逐渐受到关注。预康复旨在通过术前的体能锻炼、营养支持和心理调适, 提高患者的身体储备和心理状态, 从而降低术后并发症发生率, 缩短住院时间, 改善术后恢复质量。系统综述和荟萃分析表明, 肺癌合并 COPD 患者接受预康复后, 术后肺部并发症发生率显著降低, 尤其是肺炎风险减少, 住院时间也明显缩短[7]。此外, 结合多种吸入性药物的围手术期治疗, 如联合应用长效抗胆碱能药物(LAMA)和长效 β_2 激动剂(LABA), 不仅能改善术前肺功能, 还能降低术后并发症和肿瘤复发率, 进而提高患者的生存率[8] [9]。

综合现有研究可见, 预康复的发展趋势正从传统的单一体能训练向精准化、多学科协作转变, 融合营养、心理及运动干预, 并结合数字化技术实现个性化管理。多学科团队通过早期识别 COPD 患者的风险因素, 设计针对性的预康复方案, 结合新辅助治疗和生物标志物的探索, 为肺癌合并 COPD 患者提供更科学、有效的围手术期管理策略。这不仅有助于降低术后并发症, 提升术后生活质量, 也为临床制定个性化治疗方案提供了理论基础和实践经验支持[10] [11]。

综上所述, 肺癌患者合并 COPD 时, 因肺功能受损及系统炎症反应, 术后并发症风险显著增加。围绕预康复的研究揭示, 通过多维度的围手术期干预, 改善患者的身体机能和心理状态, 能够有效减轻手术负担, 促进术后恢复。未来的研究需进一步优化预康复方案的设计, 推动多学科协作和数字化管理的融合, 探索联合治疗及生物标志物的预测价值, 推动预康复在肺癌合并 COPD 患者中的临床应用和理论发展。

2. 主体

2.1. 精准预康复策略：基于个体特征的定制化方案

2.1.1. 肺功能分层干预

针对慢性阻塞性肺疾病(COPD)患者中肺功能严重受损者, 尤其是预计 FEV1% < 50%且急性加重风险较高的群体, 术前优化肺功能是预康复的重要环节。优化术前支气管扩张剂治疗能够有效缓解气道痉挛, 改善通气功能, 减少气道阻力。联合高频胸壁振荡排痰技术, 能够促进气道分泌物的排出, 改善肺部清洁度, 降低细菌滋生和感染的风险。

相关研究表明, 通过精准药物调整及气道清理, COPD 患者术后肺部感染及呼吸衰竭的发生率显著降低。个体化肺功能管理策略通过对患者肺功能进行分层评估, 制定相应的干预方案, 能有效提升术前肺功能指标, 包括 FEV1 和肺活量, 并改善术后呼吸结局。值得注意的是, 术前肺功能的改善不仅有助于降低术后并发症, 还能促进手术的顺利进行和患者的术后恢复[12]。

肺功能分层干预强调根据患者具体的肺功能状态, 调整药物剂量、选择合适的支气管扩张剂组合, 并结合物理治疗手段进行综合干预, 实现精准治疗。同时, 术前对肺功能的动态监测可及时评估干预效果, 指导后续治疗。该策略为 COPD 合并肺癌手术患者提供了科学的术前准备基础, 是提高手术成功率和减少术后肺功能损害的关键措施。但从既往的研究中发现部分重度 COPD 患者因气道重塑严重, 药物反应有限; 且吸入装置使用不当(依从性 < 50%)会显著削弱疗效, 提示需加强用药教育。

2.1.2. 肌肉量导向的营养与运动支持

COPD 患者常伴有肌少症, 肌肉量和功能的下降严重影响其手术耐受性和术后恢复。利用双能 X 线吸收法(DXA)或生物电阻抗分析(BIA)精确评估患者的肌肉质量, 是制定营养与运动干预方案的基础。针

对肌少症患者, 推荐采用高蛋白饮食方案, 蛋白质摄入量为 1.2~1.5 g/kg/d, 并辅以支链氨基酸补充, 以促进肌肉蛋白合成和肌肉质量的恢复。

结合抗阻训练, 如弹力带运动, 能够有效增强肌肉力量和耐力。抗阻训练通过机械负荷刺激肌肉纤维肥大和神经肌肉适应, 提高手术患者的体力储备和功能状态。临床数据显示, 营养与运动相结合的协同干预不仅改善围手术期肌肉功能, 还显著缩短术后恢复时间, 降低并发症发生率[13]。但需要注意的是高蛋白摄入(1.2~1.5 g/kg/d)在老年患者中易引发消化不良或肾功能负担, 需个体化评估。此外, 抗阻训练对严重呼吸困难者(mMRC $\geq$ 3 级)存在安全风险, 需严密监护。

多模态的营养运动支持模式强调个体化评估, 依据患者的肌肉质量、营养状况及运动能力制定个性化方案, 确保干预的安全性和有效性。通过系统的营养补给和定向运动训练, 最大限度地提升患者的身体机能, 为肺癌手术提供坚实的生理保障。

2.1.3. 炎症表型适配的运动方案

系统性炎症是 COPD 患者常见的病理状态, 尤其是 C 反应蛋白(CRP) $>$ 10 mg/L 的患者, 其炎症水平较高, 运动干预需更加谨慎。高强度运动可能加剧炎症反应, 不利于患者恢复, 因此推荐采用低强度有氧运动结合呼吸肌训练的方案。

具体运动方案包括慢走、踏车及缩唇呼吸、腹式呼吸训练等, 这些低强度运动能促进炎症缓解, 改善肺部通气功能和呼吸肌耐力。研究显示, 炎症适配运动能有效降低炎症指标, 改善患者整体功能状态, 减轻呼吸困难和疲劳感[12]。

该运动方案强调个体炎症水平的评估, 依据炎症表型制定适宜的运动强度和-content, 避免运动诱发的炎症加重。呼吸肌训练作为运动方案的重要组成部分, 通过增强膈肌及辅助呼吸肌的力量, 提高呼吸效率, 有助于改善氧合和耐力, 为手术患者提供更好的术前准备。

2.2. 多学科整合预康复模式: 从“单科室主导”到“团队协同”

2.2.1. 呼吸科主导的 COPD 优化管理

呼吸科在合并慢性阻塞性肺疾病(COPD)的肺癌手术患者预康复中起着关键的主导作用。术前 4 至 8 周内, 呼吸科医生通过调整 COPD 的治疗方案, 包括升级吸入药物治疗和管理合并症, 旨在改善患者的肺功能和整体健康状况。优化目标主要聚焦于肺功能指标, 如预计用力呼气量第一秒(FEV1%预测值)提升 $\geq$ 10%, 以及 COPD 评估测试(CAT)评分降低 $\geq$ 2 分, 进而增强肺功能储备, 提升患者对手术的耐受性和恢复能力。

多中心研究证实, 呼吸科的介入明显降低了术后肺部并发症的发生率, 这主要归功于规范化的 COPD 管理和个体化治疗方案的实施。COPD 患者的肺功能状况直接影响术后恢复, 尤其是肺部感染和呼吸衰竭等并发症的风险。优化 COPD 治疗不仅包括药物治疗的合理升级, 还应涵盖患者吸入技巧的培训、呼吸康复和生活方式的调整[14][15]。此外, 针对 COPD 合并心血管疾病的患者, 呼吸科医生需密切监控心肺功能, 合理调整 β 受体阻滞剂等药物的使用, 防止药物间相互影响, 加速患者术前状态的稳定[16][17]。呼吸科医生的专业指导和持续随访, 是保障 COPD 患者顺利完成肺癌手术预康复的重要保障, 有助于减少术后住院时间及医疗资源消耗[18]。但现实中科室间转诊流程不畅、责任分工模糊, 导致 MDT(多学科团队)运行效率低下, 部分中心仅停留在“会诊”而非“协同管理”。

2.2.2. 康复科定制的运动处方

康复科通过详细的心肺运动试验(CPET)评估患者的最大摄氧量(VO_{2max}), 依据个体心肺功能状况制定个体化的运动处方, 通常推荐运动强度为 50%~60% VO_{2max} 区间。该方法依据 CPET 的通气阈值, 精

准调控运动强度, 确保患者既能获得有效锻炼, 又避免运动过度导致不良事件[19][20]。结合阈值负荷呼吸训练器的使用, 能够有效增强患者的呼吸肌耐力, 改善肺通气功能, 为术后呼吸功能的恢复奠定基础。但在现实应用上, CPET 设备昂贵、操作复杂, 限制其在基层推广; 且部分 COPD 患者因严重气促无法完成测试, 适用人群受限。

个性化运动方案在提高患者依从性方面具有显著优势。患者依从性是影响预康复效果的关键因素, 定制化运动计划结合心理支持和持续的监督管理, 能够显著提升训练效果, 加速术后恢复进程[21][22]。此外, 结合运动处方的多学科协作, 有助于针对患者的具体情况, 如体能差异、合并症状况, 灵活调整训练内容和强度, 提升整体功能状态和生活质量[23][20]。康复科的介入不仅提升患者的运动能力, 还对心理健康和心肺功能产生积极影响, 促进围手术期快速康复[23]。

2.2.3. 心理科的早期干预

心理干预在预康复模式中不可忽视, 特别是针对术前焦虑评分 ≥ 50 分的 COPD 肺癌患者, 实施 6~8 次认知行为疗法(CBT)等心理干预措施, 有效缓解患者因肺癌及 COPD 双重疾病带来的心理压力。焦虑和抑郁情绪不仅影响患者的治疗依从性, 还会加剧症状体验和术后恢复难度[24][25]。

研究表明, 心理干预能够显著降低患者的焦虑水平, 提高围手术期的生活质量, 促进患者积极配合治疗[26][25]。此外, 心理科专业人员通过早期筛查和干预, 能够识别潜在的心理障碍, 减少术后并发症如谵妄的发生风险[27]。针对 COPD 患者, 结合心理支持的多模式干预策略已被证实有助于改善患者情绪状态, 增强其对康复训练的参与度[15]。多学科团队协作模式下, 心理科的早期介入对于提升患者整体预康复效果具有重要作用, 尤其是在提升患者治疗依从性和术后功能恢复方面发挥着积极影响。

2.3. 新型技术赋能的预康复: 远程监测与智能干预

2.3.1. 可穿戴设备的实时生理监测

在合并慢性阻塞性肺疾病(COPD)的肺癌手术患者预康复中, 可穿戴设备作为新兴技术的重要组成部分, 通过实时监测生理参数, 为个体化的运动干预提供了基础。智能手环、胸贴等可穿戴设备能够连续监测患者的心率、血氧饱和度(SpO_2)和呼吸频率等关键生命体征, 这些参数对评估患者术前肺功能和运动耐受性至关重要。

具体而言, 当监测到 SpO_2 低于 90%或心率超出预设目标范围时, 设备可以自动触发报警, 提醒患者及时调整运动强度或采取其他应对措施, 从而保障运动过程中的安全性。此外, 实时数据的获取与反馈使得医疗团队能够动态调整预康复方案, 更准确地匹配患者的身体状况和恢复需求。相比传统的间断性监测, 可穿戴设备通过无创式、连续性的监测, 极大提升了数据的时效性和完整性, 有助于早期发现潜在的风险信号, 减少术后并发症的发生。

当前研究表明, 结合可穿戴设备的实时监测, 预康复计划的个性化调整得以实现, 患者依从性显著提升, 运动疗效更加明显。这种技术赋能的预康复模式不仅优化了 COPD 肺癌患者的术前准备, 也为未来精准医疗提供了数据支持和方法学基础[28][29]。

2.3.2. 人工智能驱动的方案优化

人工智能(AI)技术在 COPD 肺癌患者预康复中的应用, 极大推动了方案的智能化和精准化。通过机器学习算法, 系统能够整合分析患者的运动数据、症状日志以及肺功能指标, 动态识别患者健康状态的变化趋势, 进而实时优化预康复计划。AI 辅助决策支持系统能够针对不同患者的个体差异, 科学调整训练频率、强度和干预内容, 实现精准干预。例如, 基于患者生理反馈和行为数据, 模型能够预测患者的恢复潜力和风险点, 指导临床人员制定个性化的运动处方和营养支持方案, 从而提高功能改善的效率和

安全性。

初步研究显示, 利用 AI 辅助的预康复干预不仅显著提升了患者的功能恢复和生活质量, 还增强了患者的依从性和参与度。这种智能化方案通过数据驱动的动态调整, 克服了传统预康复方案“一刀切”的局限, 实现了治疗方案的个性化和动态优化。此外, AI 在数据处理和风险预警方面的优势, 为临床决策提供了强有力的支持, 促进了预康复的广泛应用和推广[30] [31]。

2.3.3. 虚拟现实(VR)辅助呼吸训练

虚拟现实(VR)技术为 COPD 肺癌患者的呼吸康复提供了创新的辅助手段。通过 VR 模拟自然场景, 患者在沉浸式的环境中进行缩唇呼吸和腹式呼吸训练, 增强了训练的趣味性和参与感, 克服了传统呼吸训练枯燥、依从性差的难题。

研究显示, 采用 VR 辅助的呼吸训练组患者的训练依从性较传统训练组提高约 30%, 且训练效果更为显著。VR 环境通过视觉和听觉的多感官刺激, 有效吸引患者注意力, 减轻训练时的焦虑和不适感, 从而促进长期行为改变和功能恢复。此外, VR 技术能够精确控制训练环境和强度, 实时监测训练过程中的生理反应, 为呼吸康复提供个性化反馈和指导。这种技术的应用不仅提升了患者的训练体验, 还为呼吸康复领域带来了新的范式, 推动了预康复模式向数字化、智能化方向发展[32] [33]。AI 驱动的个性化方案在模拟环境中展现出动态调参潜力, 但目前多数算法基于小样本回顾性数据训练, 外部验证不足, 尚未进入临床常规应用阶段。

3. 结论

围绕合并慢性阻塞性肺疾病(COPD)的肺癌手术患者, 预康复作为一种创新且系统的围手术期管理策略, 正日益显示出其不可替代的重要性。从专家视角来看, 预康复的发展不仅丰富了传统围手术期护理的内涵, 更通过精准化和个体化的干预方案, 有效提升了患者的术后恢复质量和整体预后。

第一, 精准化和个体化的预康复方案成为提升疗效的核心要素。COPD 与肺癌的复杂病理生理交织使患者在手术过程中面临更高的风险和更复杂的恢复需求, 因此, 基于患者具体的肺功能状态、病情严重程度以及个体生活习惯制定的预康复计划, 能够更有效地改善肺功能、增强体力, 减少术后并发症的发生率。当前文献中, 虽然不同研究在具体干预内容和评估指标上存在差异, 但整体趋势一致指向个体化干预的优势, 这要求未来临床实践中应注重患者特征的多维度评估与动态调整。

第二, 多学科团队协作模式的推广有效整合了呼吸科、肿瘤科、康复医学、营养科及心理科等多方资源, 形成了系统化的患者管理体系。这种协作模式不仅保证了预康复方案的科学性和全面性, 更通过跨专业的沟通与协作, 显著改善了患者的围手术期结局。尽管部分研究对团队构成和协调机制的具体细节有所不同, 但多学科合作的正面效应已被广泛认可, 未来应进一步优化团队运作流程, 提升协同效率。

第三, 数字技术与智能干预的引入, 为预康复的实施带来了革命性提升。远程监测、智能穿戴设备、在线健康管理平台等新兴技术不仅提高了患者的依从性和安全性, 还推动预康复向智能化、远程化方向发展。这一趋势在提高医疗资源利用率、实现个性化动态调整方面展现出独特优势。然而, 当前数字技术的临床应用仍处于起步阶段, 如何确保数据的准确性、安全性及患者隐私保护, 是未来研究和实践中亟需解决的问题。

第四, 新辅助治疗与预康复的联合应用展现出显著的协同增效潜力。新辅助治疗能够有效降低肿瘤负荷, 而预康复则强化患者的身体状态, 两者结合有望进一步提升术后生存率和生活质量。尽管相关研究数据尚不充分, 且存在一定的异质性, 但初步结果为联合干预策略提供了有力支持, 呼吁未来开展更大规模、多中心的随机对照试验以验证其临床价值。

生物标志物的探索为预康复效果的预测和个体化治疗提供了科学依据。通过识别与预康复反应相关的分子和细胞指标, 临床医生可以更准确地筛选适宜的患者并制定个体化方案。当前, 生物标志物的研究多集中于机制解析, 临床验证尚不充分, 未来需要加强基础研究 with 临床试验的结合, 推动其在临床实践中的应用。

综上所述, 预康复作为肺癌合并 COPD 患者围手术期管理的重要组成部分, 正处于快速发展且充满潜力的阶段。面对不同研究中的观点差异和发现, 专家应坚持科学严谨的态度, 综合考虑多学科协作、技术创新及分子诊断等多方面因素, 推动预康复向更加精准、智能和个体化的方向迈进。未来, 通过深化机制研究、优化团队协作模式、推广数字健康技术及强化生物标志物应用, 预康复有望显著改善肺癌合并 COPD 患者的临床结局, 提升其生活质量, 最终实现围手术期管理的整体突破。但尽管预康复在理论上具备多重优势, 但其在真实世界中的推广仍面临诸多挑战: 包括多学科协作机制不健全、评估工具可及性差、患者依从性不稳定以及数字化技术的成本与隐私问题。未来应优先开展卫生经济学评价与实施科学研究(implementation science), 探索适合不同医疗层级的“阶梯式”预康复路径, 推动从“理想模型”向“普惠实践”转化。

基金项目

重庆市技术创新与应用发展重点项目(CSTB2022TIAD-KPX0004); 重庆市自然科学基金面上项目(CSTB2023BSCQ-MSX0098)。

参考文献

- [1] Roy, E., Rheault, J., Pigeon, M., Ugalde, P.A., Racine, C., Simard, S., *et al.* (2020) Lung Cancer Resection and Postoperative Outcomes in COPD: A Single-Center Experience. *Chronic Respiratory Disease*, **17**, 1-8. <https://doi.org/10.1177/1479973120925430>
- [2] Shin, S.H., Shin, S., Im, Y., Lee, G., Jeong, B., Lee, K., *et al.* (2021) Effect of Perioperative Bronchodilator Therapy on Postoperative Pulmonary Function among Lung Cancer Patients with COPD. *Scientific Reports*, **11**, Article No. 8359. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86791-1>
- [3] Xu, K., Cai, W., Zeng, Y., Li, J., He, J., Cui, F., *et al.* (2021) Video-Assisted Thoracoscopic Surgery for Primary Lung Cancer Resections in Patients with Moderate to Severe Chronic Obstructive Pulmonary Diseases. *Translational Lung Cancer Research*, **10**, 2603-2613. <https://doi.org/10.21037/tlcr-21-449>
- [4] Okura, K., Takahashi, Y., Hatakeyama, K., Saito, K., Kasukawa, Y., Imai, K., *et al.* (2022) Preoperative Inspiratory Muscle Training in a Patient with Lung Cancer and Comorbid Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Respiratory Sarcopenia: A Case Report. *Physiotherapy Research International*, **28**, e1987. <https://doi.org/10.1002/pri.1987>
- [5] He, Z., Li, H., Cao, B., Zan, Z., Feng, H., Wei, Q., *et al.* (2023) Predictive Value of Skeletal Muscle Function Test Combined with Climbing Test for Postoperative Cardiopulmonary Complications in Patients with COPD and Concurrent Lung Cancer. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, **18**, 2699-2706. <https://doi.org/10.2147/copd.s438336>
- [6] Motono, N., Mizoguchi, T., Ishikawa, M., Iwai, S., Iijima, Y. and Uramoto, H. (2024) Analysis of Risk Factors of Postoperative Complication for Non-Small Cell Lung Cancer. *BMC Pulmonary Medicine*, **24**, Article No. 333. <https://doi.org/10.1186/s12890-024-03054-1>
- [7] Wang, L., Yu, M., Ma, Y., Tian, R. and Wang, X. (2022) Effect of Pulmonary Rehabilitation on Postoperative Clinical Status in Patients with Lung Cancer and Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2022**, Article ID: 4133237. <https://doi.org/10.1155/2022/4133237>
- [8] Azuma, Y., Sano, A., Sakai, T., Koezuka, S., Otsuka, H., Tochigi, N., *et al.* (2021) Prognostic and Functional Impact of Perioperative LAMA/LABA Inhaled Therapy in Patients with Lung Cancer and Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *BMC Pulmonary Medicine*, **21**, Article No. 174. <https://doi.org/10.1186/s12890-021-01537-z>
- [9] Homma, T., Saji, H., Shimada, Y., Tanabe, K., Kojima, K., Marushima, H., *et al.* (2025) Effect of Preoperative Single-Inhaler Triple Therapy on Pulmonary Function in Lung Cancer Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease and FEV1 < 1.5 L. *Cancers*, **17**, Article No. 1803. <https://doi.org/10.3390/cancers17111803>

- [10] Kocjan, J., Rydel, M., Czyżewski, D. and Adamek, M. (2025) Preoperative Diaphragm Muscle Atrophy Increases the Likelihood of Postoperative Pulmonary Complications after Lung Cancer Resection: A Pilot Study. *Cancers*, **17**, Article No. 373. <https://doi.org/10.3390/cancers17030373>
- [11] Kim, M.H., Lee, J., Son, J.W., Shih, B.C., Jeong, W., Jeon, J.H., *et al.* (2024) Different DL_{CO} Parameters as Predictors of Postoperative Pulmonary Complications in Mild Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients with Lung Cancer. *Journal of Chest Surgery*, **57**, 460-466. <https://doi.org/10.5090/jcs.24.010>
- [12] Singh, D., Higham, A., Mathioudakis, A.G. and Beech, A. (2025) Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD): Developments in Pharmacological Treatments. *Drugs*, **85**, 911-930. <https://doi.org/10.1007/s40265-025-02188-8>
- [13] Patel, H., Le, K.D.R., Wang, A.J. and Tay, S.B.P. (2025) Integration of Resistance Exercise into a Multimodal Approach to Prehabilitation for Patients with Sarcopenia Prior to Surgery: A Narrative Review. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, **6**, Article ID: 1481233. <https://doi.org/10.3389/fresc.2025.1481233>
- [14] Quint, J., Montonen, J., Singh, D., Wachtel, H., Attick, S., Palli, S., *et al.* (2022) New Insights into the Optimal Management of COPD: Extracts from CHEST 2021 Annual Meeting (October 17-20, 2021). *Expert Review of Respiratory Medicine*, **16**, 485-493. <https://doi.org/10.1080/17476348.2022.2056022>
- [15] Voorn, M.J.J., Jetten, E.E.J., Franssen, C., Lambers Heerspink, F.O., Konsten, J.L.M., Janssen, E.R.C., *et al.* (2025) Optimizing Lifestyle before and after Surgery: A Qualitative Stakeholder Analysis among Healthcare Professionals. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 1-13. <https://doi.org/10.1177/15598276251355917>
- [16] (2022) Chinese Expert Consensus on the Management of Cardiovascular Comorbidities in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Chinese Journal of Tuberculosis and Respiratory Diseases*, **45**, 1180-1191. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36480848/>
- [17] Deshmukh, K. and Khanna, A. (2021) Implications of Managing Chronic Obstructive Pulmonary Disease in Cardiovascular Diseases. *Tuberculosis and Respiratory Diseases*, **84**, 35-45. <https://doi.org/10.4046/trd.2020.0088>
- [18] Ambulkar, R., Kunte, A., Solanki, S.L., Thakkar, V., Deshmukh, B. and Rana, P.S. (2025) Impact of Prehabilitation in Major Gastrointestinal Oncological Surgery: A Systematic Review. *Journal of Gastrointestinal Cancer*, **56**, Article No. 133. <https://doi.org/10.1007/s12029-025-01196-x>
- [19] Bjarnason-Wehrens, B., Schmidt, T. and Schwaab, B. (2023) Cardiopulmonary Exercise Testing for Exercise Prescription in Cardiac Rehabilitation. *Herzschrittmachertherapie + Elektrophysiologie*, **34**, 26-32. <https://doi.org/10.1007/s00399-022-00921-4>
- [20] Kabbadj, K., Taiek, N., El Hjouji, W., El Karrouti, O. and El Hangouche, A.J. (2024) Cardiopulmonary Exercise Testing: Methodology, Interpretation, and Role in Exercise Prescription for Cardiac Rehabilitation. *US Cardiology Review*, **18**, e22. <https://doi.org/10.15420/usc.2024.37>
- [21] Garvey, C., Casaburi, R., Spruit, M.A. and De Brandt, J. (2020) Survey of Exercise Prescription in US Pulmonary Rehabilitation Programs. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, **40**, 116-119. <https://doi.org/10.1097/hcr.0000000000000467>
- [22] Heil, T.C., Driessen, E.J.M., Argillander, T.E., Melis, R.J.F., Maas, H.A.A.M., Olde Rikkert, M.G.M., *et al.* (2022) Implementation of Prehabilitation in Colorectal Cancer Surgery: Qualitative Research on How to Strengthen Facilitators and Overcome Barriers. *Supportive Care in Cancer*, **30**, 7373-7386. <https://doi.org/10.1007/s00520-022-07144-w>
- [23] Almdabgy, E.M., Qader, A., Binjahl, A.A., Alshalawi, A.M., Albeladi, A., Alharbi, W.S., *et al.* (2023) The Impact of Pulmonary Rehabilitation on Mental Health and Quality of Life in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD): A Narrative Review. *Cureus*, **15**, e49230. <https://doi.org/10.7759/cureus.49230>
- [24] Shrikrishna, D., Steer, J., Bostock, B., Dickinson, S., Piwko, A., Ramalingam, S., *et al.* (2025) Chronic Obstructive Pulmonary Disease and the Management of Cardiopulmonary Risk in the UK: A Systematic Literature Review and Modified Delphi Study. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, **20**, 2073-2090. <https://doi.org/10.2147/copd.s523865>
- [25] Shukla, N., Trivedi, P., Dubey, N. and Awasthi, A.A. (2025) Comparison of Anxiety Using the Amsterdam Preoperative Anxiety and Information Scale Score in Preoperative Patients Counselling through Verbal versus Multimedia Mode. *Cureus*, **17**, e84622. <https://doi.org/10.7759/cureus.84622>
- [26] Nagano, M., Cong, Y., Nakao, K., Kawashima, M., Konoeda, C. and Sato, M. (2024) Survival after Surgery for Lung Cancer among Patients with Autoimmune Diseases. *Surgery Today*, **55**, 518-525. <https://doi.org/10.1007/s00595-024-02917-8>
- [27] Huyan, T., Hu, X., Peng, H., Zhu, Z., Li, Q. and Zhang, W. (2019) Perioperative Dexmedetomidine Reduces Delirium in Elderly Patients after Lung Cancer Surgery. *Psychiatry Danubina*, **31**, 95-101. <https://doi.org/10.24869/psyd.2019.95>
- [28] Seyfried, S., Reißfelder, C. and Hardt, J. (2025) Prehabilitation beyond Specialized Centers: Is Prehabilitation Also Feasible in Rural Areas? *Die Chirurgie*, **96**, 464-469. <https://doi.org/10.1007/s00104-025-02295-y>
- [29] Esser, T., Zimmer, P. and Schier, R. (2022) Preoperative Exercise and Prehabilitation. *Current Opinion in Anaesthesiology*,

- 35, 667-673. <https://doi.org/10.1097/aco.0000000000001188>
- [30] Carli, F. (2022) Prehabilitation: Introduction. *Seminars in Oncology Nursing*, **38**, Article ID: 151326. <https://doi.org/10.1016/j.soncn.2022.151326>
- [31] Monteith, S., Glenn, T., Geddes, J., Whybrow, P.C., Achtyes, E. and Bauer, M. (2022) Expectations for Artificial Intelligence (AI) in Psychiatry. *Current Psychiatry Reports*, **24**, 709-721. <https://doi.org/10.1007/s11920-022-01378-5>
- [32] Schöne, B., Kisker, J., Lange, L., Gruber, T., Sylvester, S. and Osinsky, R. (2023) The Reality of Virtual Reality. *Frontiers in Psychology*, **14**, Article ID: 1093014. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1093014>
- [33] Musser, G. (2019) Virtually Reality. *Scientific American*, **321**, Article No. 30. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0919-30>